



10.602.098  
09.22.03

① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 40 12 829 C 2

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 01 L 1/04  
G 01 L 1/18  
G 01 L 1/20

②① Aktenzeichen: P 40 12 829.6-52  
②② Anmeldetag: 23. 4. 90  
④③ Offenlegungstag: 24. 10. 91  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 23. 11. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Rieger, Walter, 77836 Rheinmünster, DE

⑦④ Vertreter:  
Zipse & Habersack, 80639 München

⑦② Erfinder:  
gleich Patentinhaber

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 36 11 336 C2  
DE 32 38 951 C2  
US 48 62 751  
US 48 49 730  
US 44 48 083

⑤④ Vorrichtung zur mehrdimensionalen Kraftmessung und daraus abgeleiteten Größen durch Meßwertaufnahme  
mittels elektrischer Sensoren, z. B. Dehnungsmeßstreifen

DE 40 12 829 C 2

DE 40 12 829 C 2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur mehrdimensionalen Kraftmessung und daraus abgeleiteten Größen durch Meßwertaufnahme mittels elektrischer Sensoren, z. B. Dehnungsmeßstreifen, piezoelektrischer Elemente od. dgl., wobei in einem starren Rahmen vier Membranstege kreuzförmig angeordnet sind, auf denen mindestens jeweils zwei elektrische Sensoren angeordnet sind, deren Anschlüsse in Brückenschaltungen miteinander verbunden sind, wobei im Zentrum des Rahmens eine Einrichtung, beispielsweise eine Nabe, zur dreidimensionalen Kraftaufnahme angeordnet ist.

In der US-PS 4 448 083 ist eine Vorrichtung zur mehrdimensionalen Kraftmessung beschrieben, bei der innerhalb eines kreisförmigen Rahmens eine Nabe mit vier Stegen von etwa quadratischem Querschnitt angeordnet ist. Auf den vier Stegen sitzen auf jeder Seite der Flächen der Stege jeweils zwei elektrische Sensoren, so daß sich pro Steg acht Sensoren ergeben und für die gesamte Vorrichtung somit zweiunddreißig Sensoren benötigt werden. Durch die besonderen Brückenschaltungen ergibt sich, daß beim Zusammenschalten aller zweiunddreißig Sensoren ein verhältnismäßig kompliziertes elektrisches und elektronisches Gebilde entsteht, das verhältnismäßig teuer in der Herstellung ist.

Die US-PS 4 849 730 betrifft ebenfalls eine Vorrichtung zur mehrdimensionalen Kraftaufnahme, bei der eine Nabe innerhalb eines rechteckförmigen Rahmens über Stege angeordnet ist. Bei dieser Vorrichtung sind auf jedem Steg zwei Sensoren mit Abstand voneinander nebeneinander angeordnet, wobei auf jedem Steg auch zwischen den beiden Sensoren je ein weiterer Sensor angeordnet ist. Eine besondere Art der Verschaltung der Sensoren untereinander ergibt sich aus dieser Druckschrift nicht.

Die US-PS 4 862 751 betrifft ebenfalls eine Vorrichtung zur Kraftaufnahme, bei der im Hohlraum zweier über Kreuz angeordneter Stege ein Sensor angeordnet ist, wobei auf den Stegen eine Vielzahl von Sensoren vorgesehen ist, deren Verschaltung jedoch nicht angegeben ist.

Die DE-PS 32 38 951 betrifft einen Kraftaufnehmer zur eindimensionalen Kraftaufnahme, bei dem an Biegestegen Dehnungsmeßstreifen vorgesehen sind.

Mit den vorbekannten Vorrichtungen ist es entweder nur möglich, eine eindimensionale Kraftmessung oder Kraftaufnahme durchzuführen, oder die Vorrichtungen sind verhältnismäßig kompliziert aufgebaut und erfordern teure Meßeinrichtungen, wenn eine dreidimensionale Kraftaufnahme durchgeführt werden soll.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei ausgezeichneter Genauigkeit eine Kraftmessung durch mehrdimensionale Kraftaufnahme bei einfacher Ausführung der Vorrichtung ermöglicht, wobei durch eine besondere Art der Zusammenschaltung und Anordnung der Sensoren ein genaues Ergebnis mit weniger Sensorelementen erzielt wird.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, welche dadurch gekennzeichnet ist, daß auf der Vorderseite der beiden diametral einander gegenüberliegenden, flachen Stege je zwei elektrische Sensoren nebeneinander angeordnet sind, deren gegenüberliegende Anschlüsse durch Leitungen direkt miteinander und deren gegenüberliegende andere Anschlüsse durch Leitungen über Kreuz miteinander verbunden sind, und daß auf der

2  
Vorderseite der beiden diametral gegenüberliegenden, flachen Stege je zwei elektrische Sensoren diametral hintereinander angeordnet sind, deren eine Anschlüsse über Leitungen miteinander und deren andere Anschlüsse über Leitungen vom radial innenliegenden zum radial außenliegenden Sensor verbunden sind.

Mit der Vorrichtung gemäß der Erfindung wird der wesentliche Vorteil erzielt, daß durch die innerhalb des Rahmens angeordneten Stege und die Verschaltung der darauf angeordneten Sensoren im allgemeinen nur zwölf Sensoren benötigt werden. Die Sensoren können mit allen modernen Technologien aufgebracht werden, da für sie immer nur eine ebene Fläche erforderlich ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, daß durch maschinelle Fertigung eine wesentlich höhere Präzision auch bei Massenfertigung erreichbar ist. Der Fertigungsaufwand reduziert sich beim Aufbringen der Sensoren im günstigsten Fall auf nur einen Arbeitsgang, wobei sich die Baugröße erheblich miniaturisieren läßt. Da sich die technische Fertigung nur auf ein sehr einfaches Teil reduziert, wird eine sehr gute Robustheit und Lebensdauer mit der Vorrichtung gemäß der Erfindung erreicht.

In den Unteransprüchen sind wertvolle Bereicherungen des Gegenstandes des Anspruchs 1 angegeben, wobei sich der Anspruch 2 auf die Anordnung der Sensoren auf der Rückseite von zwei diametral gegenüberliegenden, flachen Stegen und ihre Verschaltung bezieht.

Der Anspruch 3 betrifft die Anordnung der Sensoren in einem Winkel von 45° zur Stegachse, um Messungen von Torsions- oder Drehmomenten durchführen zu können.

Anhand der Zeichnungen soll am Beispiel einer bevorzugten Ausführungsform die Vorrichtung gemäß der Erfindung näher erläutert werden.

In den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine bevorzugte Ausführungsform der Vorrichtung gemäß der Erfindung.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt gemäß der Linie A-A von Fig. 1.

Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Brückenschaltung der elektrischen Sensoren, insbesondere der Dehnungsmeßstreifen.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Brückenschaltung von elektrischen Sensoren, die auf der Rückseite von zwei Stegen angeordnet sind.

Wie sich aus den Figuren der Zeichnungen ergibt, besteht die Vorrichtung gemäß der Erfindung beispielsweise aus einem hohlzylinder- und kreisförmigen Rahmen 1, der Bohrungen 2 zur Befestigung an beliebigen Gegenständen oder zur Befestigung von Abdeckungen, eines Überlastungsschutzes od. dgl. aufweist.

Im Inneren des Rahmens 1 sind je zwei diametral gegenüberliegende, flache Stege 3, 4 bzw. 5, 6 angeordnet, die im Zentrum mit einer Nabe 7 verbunden sind. Die Nabe 7 ist beliebig ausgebildet und dient als Einrichtung zur Aufnahme der Krafteinwirkung.

Auf der Vorderseite der beiden diametral gegenüberliegenden Stege 3, 4 sind je zwei elektrische Sensoren 8, 9 bzw. 10, 11, beispielsweise Dehnungsmeßstreifen, nebeneinander angeordnet.

Auf der Vorderseite der beiden anderen diametral gegenüberliegenden Stege 5, 6 sind je zwei elektrische Sensoren 12, 13 bzw. 14, 15 diametral hintereinander angeordnet.

Auf der Rückseite und gegebenenfalls auch auf der Vorderseite der beiden Stege 5, 6 können nochmals je zwei elektrische Sensoren 16, 17 bzw. 18, 19 nebeneinander

der angeordnet sein.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, sind die vier Sensoren 8, 9 und 10, 11 in der Weise zu einer Brückenschaltung vereinigt, daß die gegenüberliegenden Anschlüsse über zwei Leitungen 20, 21 verbunden sind. Die anderen Anschlüsse sind über Leitungen 22, 23, die über Kreuz verlaufen, miteinander verbunden.

Die Sensoren 12, 13 und 14, 15 sind in der Weise miteinander verbunden, daß die einen Anschlüsse über Leitungen 24, 25 direkt miteinander verbunden sind, während die anderen Anschlüsse jeweils über Leitungen 26, 27 vom radial innenliegenden zum radial außenliegenden Sensor verbunden sind.

Die auf der Rückseite der Stege 5, 6 nebeneinander angeordneten elektrischen Sensoren 16, 17 bzw. 18, 19 sind in gleicher Weise zu einer Brückenschaltung geschaltet, wie die Sensoren 8, 9 bzw. 10, 11.

Mit der Vorrichtung gemäß der Erfindung wird der wesentliche Vorteil erreicht, daß durch die besondere Anordnung der elektrischen Sensoren, wie Dehnungsmeßstreifen, piezoelektrische Elemente od. dgl., eine sehr genaue, dreidimensionale Kraftaufnahme und -messung durch Weiterleitung an ein Auswertegerät über die Brückenschaltungen möglich ist.

Selbstverständlich bleibt die Vorrichtung nicht auf die dargestellte, kreisrunde Ausführungsform beschränkt. Es sind vielmehr beliebige Formen und Größen der Rahmen und der Kraftaufnahmeeinrichtung möglich. Sie können bei der Verwendung als mikroelektrische Bauteile sehr klein ausgebildet werden.

Es ist auch möglich, die Sensoren in einem Winkel von 45° zur Stegachse anzuordnen, um Torsions- oder Drehmomente zu messen.

gende eine Anschlüsse direkt miteinander und deren gegenüberliegende andere Anschlüsse über Kreuz miteinander verbunden sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung von Torsions- oder Drehmomenten die Sensoren in einem Winkel von 45° zur Stegachse angeordnet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur mehrdimensionalen Kraftmessung und daraus abgeleiteten Größen durch Meßwertaufnahme mittels elektrischer Sensoren, z. B. Dehnungsmeßstreifen, piezoelektrischer Elemente od. dgl., wobei in einem starren Rahmen vier Membranstege kreuzförmig angeordnet sind, auf denen mindestens jeweils zwei elektrische Sensoren angeordnet sind, deren Anschlüsse in Brückenschaltungen miteinander verbunden sind, wobei im Zentrum des Rahmens eine Einrichtung, beispielsweise eine Nabe, zur dreidimensionalen Kraftaufnahme angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Vorderseite der beiden diametral einander gegenüberliegenden, flachen Stege (3, 4) je zwei elektrische Sensoren (8, 9 bzw. 10, 11) nebeneinander angeordnet sind, deren gegenüberliegende Anschlüsse durch Leitungen (20, 21) direkt miteinander und deren gegenüberliegende andere Anschlüsse durch Leitungen (22, 23) über Kreuz miteinander verbunden sind, und daß auf der Vorderseite der beiden diametral gegenüberliegenden, flachen Stege (5, 6) je zwei elektrische Sensoren (12, 13 bzw. 14, 15) diametral hintereinander angeordnet sind, deren eine Anschlüsse über Leitungen (24, 25) miteinander und deren andere Anschlüsse über Leitungen (26, 27) vom radial innenliegenden zum radial außenliegenden Sensor verbunden sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Rückseite der beiden diametral gegenüberliegenden, flachen Stege (5, 6) je zwei elektrische Sensoren (16, 17 bzw. 18, 19) nebeneinander angeordnet sind, deren gegenüberlie-

- Leerseite -

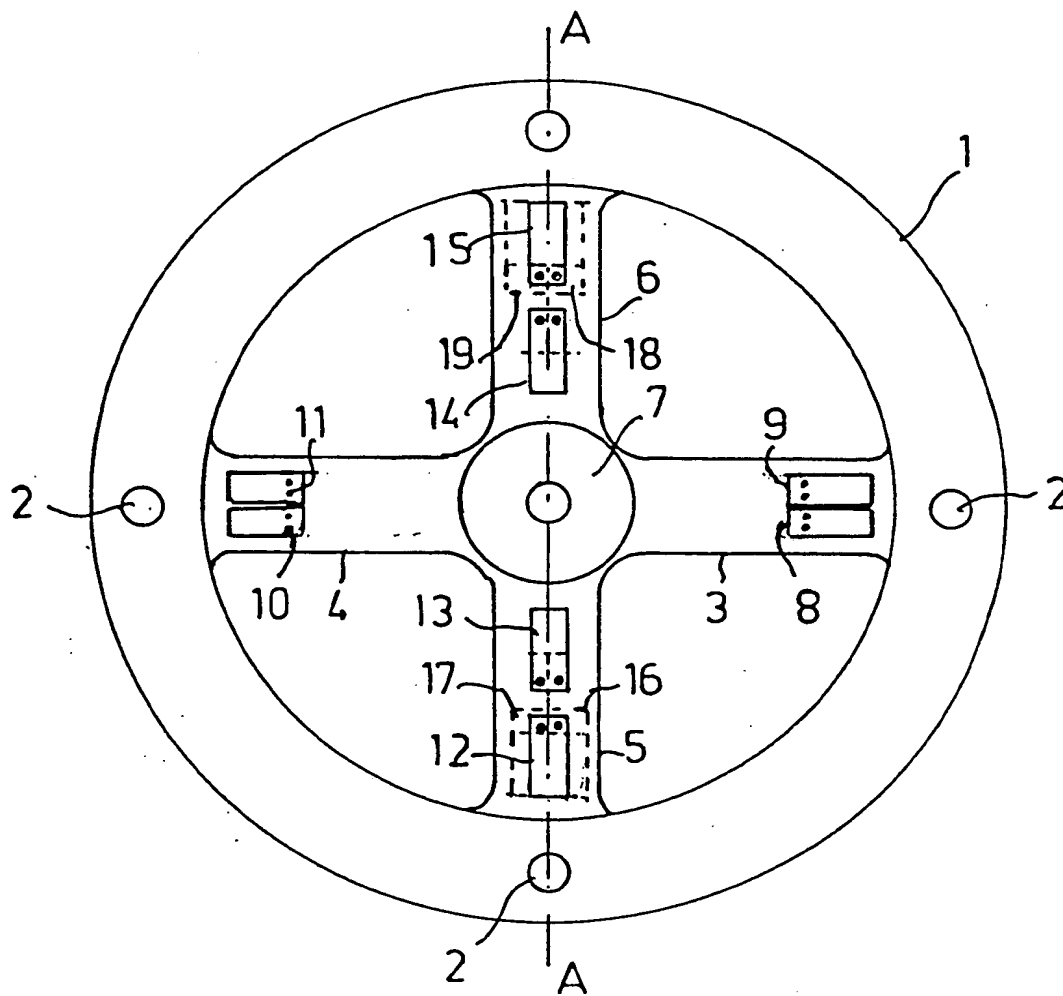


Fig. 1

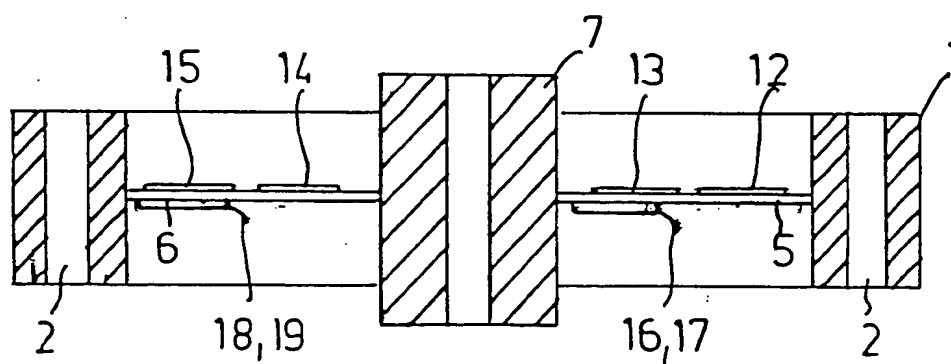


Fig. 2

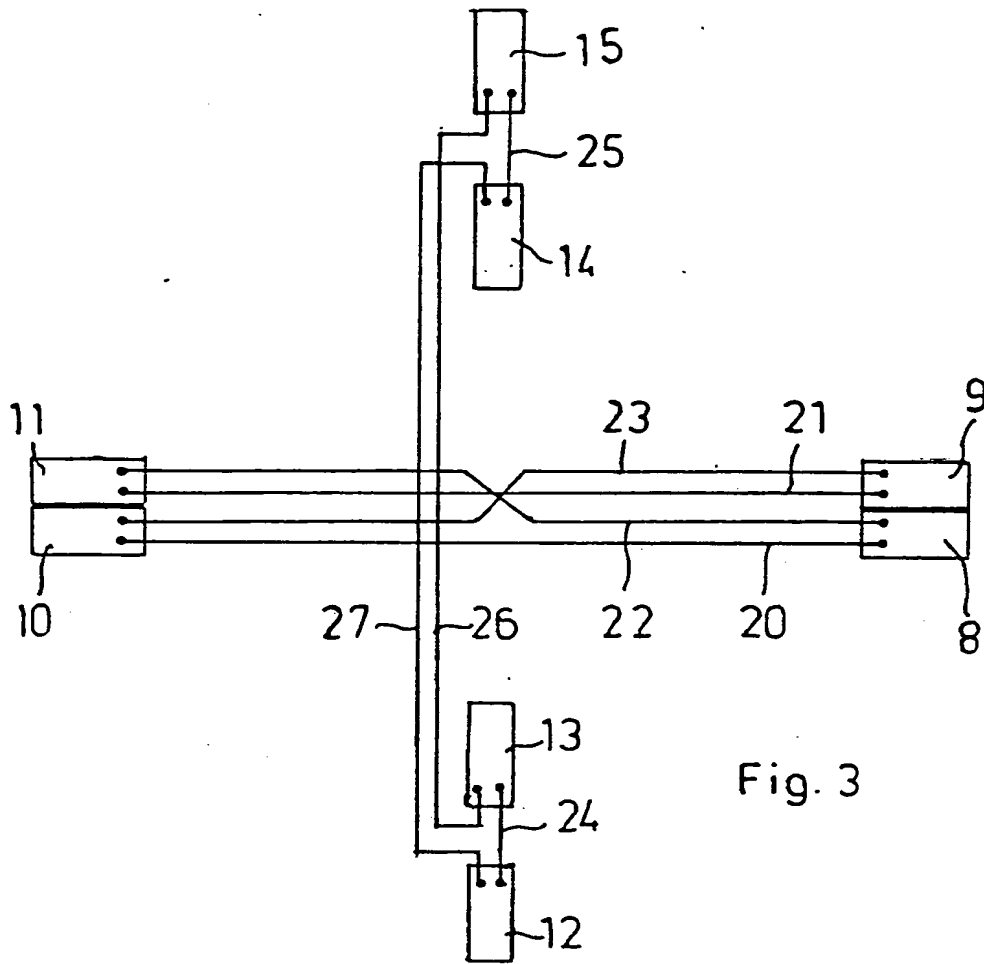


Fig. 3

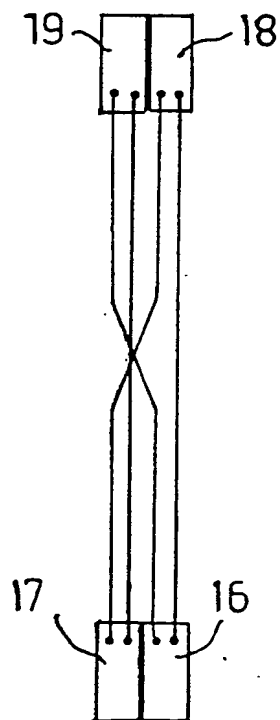


Fig. 4